

СОПРОТИВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЮ ПИТТИНГОВ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ РАЗНЫХ КЛАССОВ И СИСТЕМЫ ЛЕГИРОВАНИЯ С МИКРОДОБАВКАМИ АЗОТА И/ИЛИ ОЛОВА

Меркушкин Е.А.

Руководитель – профессор, д.т.н. Березовская В.В.

УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург
evgenmerk89@mail.ru

В настоящее время вторичные металлы являются важным видом сырья для производства стали. В связи с этим, актуальным становится вопрос о загрязненности выплавляемого металла примесями, в частности при переработке металлических отходов консервной тары. Как известно, для защиты ее внутренней стороны от коррозии применяют оловянные покрытия. В этой связи, существует необходимость оценки качества и возможности применения получаемых при переработке вторичного сырья сталей в качестве коррозионностойких.

Целью работы было комплексное исследование питтинговой коррозии (ПК) большой группы (33 составов) коррозионностойких сталей разных классов и систем легирования с микродобавками олова, а также олова и азота, как элемента, повышающего сопротивление сталей питтинговой коррозии.

В качестве материала исследования использовали листовой прокат коррозионностойких сталей аустенитного, ферритного, аустенито-ферритного и переходного классов опытных плавок после горячей прокатки и стандартной обработки (табл. 1).

ПК исследовали с помощью электрохимической лаборатории VoltaLab 10-PGZ100, в 3,5%-растворе хлорида натрия комнатной температуры при скорости развертки потенциала 1,5 В/ч в соответствии с ГОСТ 9.912-89 [1]. Предварительно перед испытаниями для каждого образца был определен потенциал свободной коррозии (E_{cor}) или стационарный потенциал путем выдержки образца в электролите в течение 1 часа. Известно [2], что ПК очень чувствительна к химической неоднородности сплавов и характерна для пассивного состояния сплавов, когда коррозии с высокой скоростью подвержены только отдельные микроскопические участки поверхности, в результате чего образуются локальные глубокие поражения – питтинги. В результате поляризационных испытаний ПК снимается кривая коррозии, по которой определяют основные параметры ПК: $E_{\text{по}}$ – потенциал питтингообразования; $E_{\text{р}}$ – потенциал репассивации, при котором происходит восстановление пассивной пленки на поверхности металла при реверсивной поляризации, и $\Delta E = E_{\text{по}} - E_{\text{р}}$ – разность потенциалов. Высокий

потенциал $E_{по}$ и малая разность потенциалов $E_{по}$ свидетельствуют о стойкости стали к образованию питтингов.

Таблица 1. Потенциал питтингообразования и структурный класс исследованных сталей*

№ п/п	Марка	Класс	Епо, мВ	№ п/п	Марка	Класс	Епо, мВ	№ п/п	Марка	Класс	Епо, мВ
1	02X22H6AM3	A+ Ф*	1128,5	13	01X17MB		222,5	25	006X16		70,5
2	02X16H10M2	A	333	14	03X17H4AG7	A	158,5	26	007X17T	Ф	74
3	04X18H8		172,5	15	09X15HAG9D2		74	27	006X17T		155
4	05X16H4Г6D2		78,5	16	09X16H2Г9AD2		20	28	006X16T		23
5	08X15AG10D2		-18,5	17	Техн. железо	-	-585,5	29	004X17ДТ		85,5
6	06X15AG9HM2		45,5	18	02X16H10ГM2Д	A	287	30	006X17Б		136,5
7	-	-	-	19	06X18H8ГД		181	31	05X16H5AG3Д	A + M	53
8	008X22M2Б	Ф	493	20	07X16H4Г8Д2		100	32	04X16H5AGД		-33
9	006X21MДБТ		452	21	05X9H15AG9M		-15	33	04X16H5AG3Д		-282
10	007X21ДБТ		292	22	009X15T		19	34	05X16H5AG3Д		-176,5
11	001X19ДБ		208,5	23	006X15ДТ	Ф	85,5				
12	05X16		66	24	005X15T		48,5				

* A+Ф – аустенито-ферритный, A – аустенитный, Ф – ферритный, A-M – аустенито-мартенситный классы сталей; содержание азота в сталях составляет 0,10–0,17 масс. %

На рис. 1 приведена диаграмма питтингостойкости исследованных сталей в зависимости от их химического состава и структурного класса, из которой видно, что наилучшие электрохимические свойства имеет сталь № 1 со А-Ф-структурой (табл. 1), ее потенциал питтингообразования ($E_{по}$) равен 1,16 В, что сравнимо по этому показателю с высокоазотистыми коррозионностойкими сталями [3]. Разность потенциалов ΔE для этой стали равна 0,06 В (рис. 1), что свидетельствует о способности к быстрой репассивации питтинга. Кривая питтинговой коррозии для данной стали показана на рис. 2.

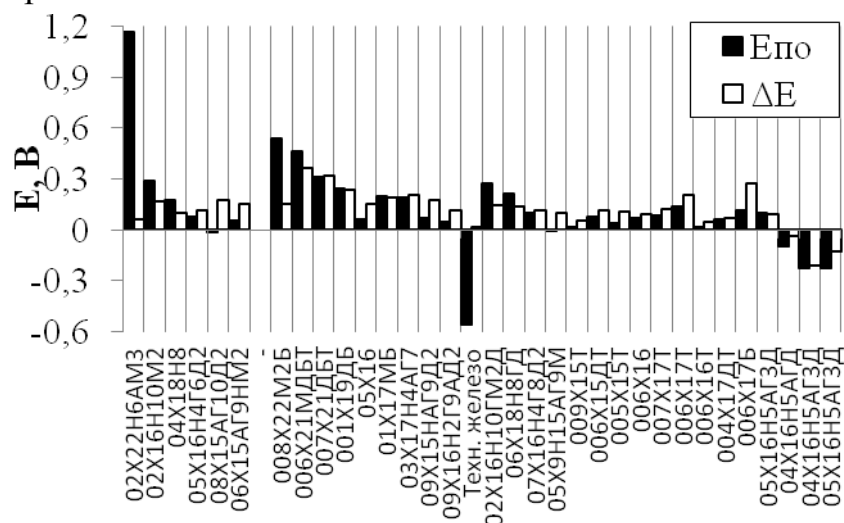


Рисунок 1. Электрохимические характеристики исследованных сталей

В качестве материала для сравнения рассмотрена хромоникелевая сталь системы 18-8, сталь №3. Ее электрохимические показатели сравнимы с показателями стали 12X18H10T, исследованной в работе [3]. Потенциал питтингообразования $E_{по}$ и разность потенциалов ΔE для стали №3 соответственно равны 0,18 и 0,1 В. Следует отметить высокие показатели $E_{по}$ у ферритных сталей №8 и 9, значение $E_{по}$ для них составило 0,54 и 0,46 В соответственно. В то же время сталь №9 имеет низкий показатель репассивации питтинга, значения ΔE равно 0,37 В.

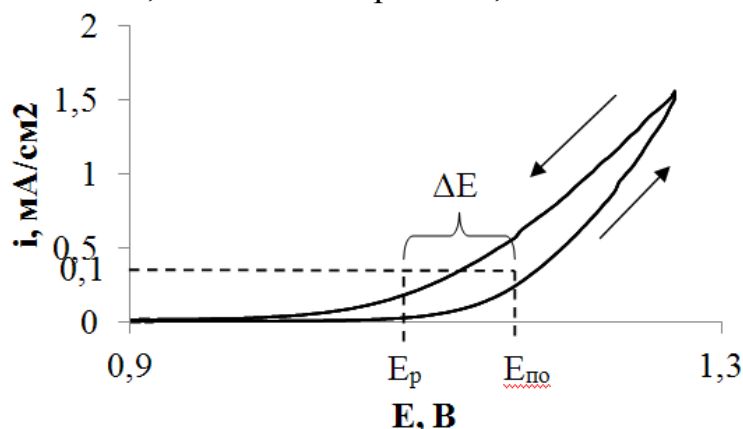


Рисунок 2. Кривая питтинговой коррозии для А-Ф-стали 02Х22Н6М3 (стрелками показано направление развертки потенциала)

Отрицательные значения показателей $E_{по}$ и ΔE в сталях № 32-34 с аустенито-мартенситной структурой и повышенным содержанием N и Sn свидетельствуют о низкой стойкости к образованию питтингов хотя и быстрой их репассивации.

ВЫВОДЫ

1. Наиболее высокое сопротивление ПК показала сталь №1 с А-Ф структурой ($E_{по} = 1,16$ В; $\Delta E = 0,06$ В).
2. Ферритные стали №8 и 9 показали более высокое сопротивление ПК по сравнению с хромоникелевой сталью №3, хотя репассивация питтинга в стали №9 значительно затруднена.
3. Показана положительная роль азота в А-М-сталях с примесью олова. Однозначного влияния олова на питтинговую коррозию ферритных сталей без азота не выявлено.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 9.912-89 Методы ускоренных испытаний на стойкость к питтинговой коррозии. М. : ГК СССР по управлению качеством продукции и стандартам.
2. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов: Учебное пособие для вузов. 2-е изд., стереотипное. Перепечатка с издания 1976 г. / Н.П. Жук. – М. : ООО ТИД «Альянс», 2006. 472 с.
3. Березовская В.В., Саврай Р.А., Меркушкин Е.А., Макаров В.А. Исследование структуры, механических и коррозионных свойств новых высокоазотистых Cr-Mn-сталей с молибденом. Металлы, 2012, № 3. С. 31-39.